



Title	Roles of binocular matching and correlation computations in depth perception
Author(s)	土井, 隆弘
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49335
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【138】

氏 名	ど い たか ひろ 土 井 隆 弘
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 23108 号
学 位 授 与 年 月 日	平成21年3月24日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 生命機能研究科生命機能専攻
学 位 論 文 名	Roles of binocular matching and correlation computations in depth perception (奥行き知覚における両眼対応計算と相関計算の役割)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 藤田 一郎 (副査) 教 授 大澤 五住 教 授 佐藤 宏道

論 文 内 容 の 要 旨

To derive depth information, the brain uses differences between two-dimensional images projected to the left and right retinae (binocular disparity). In the primate cerebral cortex, both dorsal and ventral pathways encode binocular disparity using different types of computations. The dorsal pathway encodes disparity by computing cross-correlation between two retinal images (correlation computation). The ventral pathway encodes disparity by computing globally consistent match between binocular images (matching computation).

To examine perceptual roles of correlation and matching computations, I devised a novel manipulation of random-dot stereograms (RDSs), which enables us to dissociate stimulus binocular correlation and binocular match. Using these stimuli, I tested controversial hypotheses that (1) separate mechanisms mediate depth perception depending on the magnitude of disparity, and that (2) separate mechanisms mediate depth perception depending on the temporal property of stimuli. I found that both of the disparity magnitude and the refresh rate of random-dot patterns affected relative contributions of correlation and matching computations to depth judgment. For a small disparity magnitude (0.03°) and for a slow refresh rate (5.3 Hz), depth judgment depended largely on binocular matching computation. When the disparity magnitude was increased from small (0.03°) to large (0.48°) or when the pattern refresh rate was increased from low (5.3 Hz) to high (42.5 Hz), depth judgment depended more on stimulus binocular correlation. I further showed that matching computation can be implemented by a simple nonlinear extension of correlation computation. I psychophysically confirmed this idea by manipulating RDSs so that the extension of correlation computation no longer works to derive depth information. These RDSs deteriorated small-disparity depth perception, which depends largely on matching computation.

From these results, I suggest that depth perception differentially reflects matching and correlation computations. Depth perception for small disparities and for slowly changing stimuli largely depends on matching computation. Depth perception for larger disparities and for more rapidly changing stimuli depends more on correlation computation. The ventral pathway may implement matching computation by nonlinearly transforming the outputs from V1, which computes local binocular correlation.

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

申請者は、心理物理実験と計算モデリングを通して、両眼立体視の神経メカニズムの重要な側面を解明した。ヒトは、左右の眼に投影される像の違い（両眼視差）を利用して外界の奥行きを知覚する。奥行き知覚には、左右網膜像間の「相関」または「対応」に基づいた視差の計算（相関計算と対応計算）が関わっている。申請者は（１）対応計算を単純なアルゴリズムで再定式化し、（２）対応計算は細かいスケールまたはゆっくり変化する画像に対する奥行き知覚に、一方、相関計算は粗いスケールまたは変化の速い画像に対する奥行き知覚に寄与することを見出した。さらに（３）脳が、相関計

算の結果を非線形に統合し，対応計算を行っている心理物理学的証拠を得た。

これらの成果はいずれも，両眼立体視の神経メカニズムの理解を進めたものとして評価できる。今後，申請者が考案した実験パラダイムを電気生理実験に適用することにより，さらに大きな進展が期待できる。よって本論文を，学位に値するものと認める。